

# **TUGAS AKHIR**

**ANALISA PENGARUH TEKANAN DAN %  
KOMPOSISI TERHADAP NILAI KEKERASAN  
KOMPOSIT AL-ABUDASAR BATU BARA  
DENGAN METODE METALURGI SERBUK**



**Disusun Oleh :**

**LULOT ANDRYANTO**

**NBI : 1421700146**

**PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS 17 AGUSTUS 1945 SURABAYA**

**2022**

**TUGAS AKHIR**

**ANALISA PENGARUH TEKANAN DAN % KOMPOSISI TERHADAP  
NILAI KEKERASAN KOMPOSIT AI-ABU DASAR BATU BARA  
DENGAN METODE METALURGI SERBUK**



**Disusun oleh:  
Lulot Andryanto  
1421700146**

**PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS 17 AGUSTUS 1945 SURABAYA  
2022**

**PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS 17 AGUSTUS 1945 SURABAYA**

---

**LEMBAR PENGESAHAN TUGAS AKHIR**

NAMA : LULOT ANDRYANTO  
NBI : 1421700146  
PROGRAM STUDI : TEKNIK MESIN  
FAKULTAS : TEKNIK  
JUDUL : ANALISA PENGARUH TEKANAN DAN %  
KOMPOSISI TERHADAP NILAI KEKERASAN  
KOMPOSIT AI-ABUDASAR BATU BARA  
DENGAN METODE METALURGI SERBUK

Mengetahui / Menyetujui  
Dosen Pembimbing



Mastuki, S.Si., M.Si.  
NPP 20420150690

Dekan  
Fakultas Teknik



Dr. Ir. Sajiyo, M.Kes., IPM.  
NPP. 20410.90.0197

Ketua Program Studi  
Teknik Mesin



Edi Santoso, ST., MT  
NPP. 20420.96.0485



## PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR


Saya menyatakan dengan sesungguhnya bahwa Tugas Akhir dengan Judul :

**“ANALISA PENGARUH TEKANAN DAN % KOMPOSISI  
TERHADAP NILAI KEKERASAN KOMPOSIT AI-ABU DASAR  
BATU BARA DENGAN METODE METALURGI SERBUK”**

yang dibuat untuk melengkapi persyaratan menjadi Sarjana Teknik Mesin pada Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya, sejauh yang saya ketahui bukan merupakan duplikasi dari Tugas Akhir yang sudah dipublikasikan atau pernah dipakai untuk mendapatkan gelar Sarjana Teknik di lingkungan Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya maupun di perguruan tinggi atau instansi manapun, kecuali bagian yang bersumber informasinya dicantumkan sebagaimana mestinya.

Surabaya, 25 Mei 2022



  
Lulot Andryanto  
1421700146



UNIVERSITAS  
17 AGUSTUS 1945  
SURABAYA

BADAN PERPUSTAKAAN  
Jl. SEMOLOWARU 45 SURABAYA  
TELP. 031 593 1800 (Ext. 311)  
e-mail : perpus@untag-sby.ac.id

### LEMBAR PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI KARYA ILMIAH UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS

Sebagai Civitas Akademik Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya, saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Lulot Andryanto  
NBI/ NPM : 1421700146  
Fakultas : Teknik  
Program Studi : Teknik Mesin  
Jenis Karya : Tugas Akhir

Demi perkembangan ilmu pengetahuan, saya menyetujui untuk memberikan kepada Badan Perpustakaan Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya **Hak Bebas Royalti Noneksklusif (Nonexclusive Royalty-Free Right)**, atas karya saya yang berjudul:

**“ANALISA PENGARUH TEKANAN DAN % KOMPOSISI TERHADAP NILAI KEKERASAN KOMPOSIT AI-ABU DASAR BATU BARA DENGAN METODE METALURGI SERBUK”**

Dengan **Hak Bebas Royalti Noneksklusif (Nonexclusive Royalty - Free Right)**, Badan Perpustakaan Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya berhak menyimpan, mengalihkan media atau memformatkan, mengolah dalam bentuk pangkalan data (database), merawat, mempublikasikan karya ilmiah saya selama tetap tercantum

Dibuat di : Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya  
Pada tanggal : 20 Juli 2022

Yang Menyatakan,

  
Materai  
10000  
METERAI  
TEMPEL  
51AJX921653074

\*Coret yang tidak perlu

(Lulot Andryanto)

1421700146

## **LEMBAR PERSEMBAHAN**

**“HATIKU TENANG KARENA MENGETAHUI BAHWA APA YANG MELEWATKANKU  
TIDAK AKAN PERNAH MENJADI TAKDIRKU, DAN APA YANG DITAKDIRKAN  
UNTUKKU TIDAK AKAN PERNAH MELEWATKANKU”**

**(Umar bin Khattab)**

## **ABSTRAK**

### **ANALISA PENGARUH TEKANAN DAN % KOMPOSISI TERHADAP NILAI KEKERASAN KOMPOSIT Al-ABU DASAR BATU BARA DENGAN METODE METALURGI SERBUK**

Proses metalurgi serbuk relative lebih baru dan memiliki beberapa kelebihan dibandingkan dengan proses pengecoran. Namun demikian proses ini tidak bisa menggantikan sepenuhnya fungsi proses pengecoran. Masing – masing proses memiliki kelebihan dan kekurangan. Pada penelitian ini menentukan efek dan variasi terhadap tekanan dan suhu sintering terhadap nilai densitas, struktur mikro, dan kekerasan. dengan metode powder metalurgy, Dengan bahan dasar serbuk alumunium murni dengan penambahan serbuk abu dasar batu bara. Variasi tekanan yang kita gunakan yaitu 4000, 5000, dan 6000 Psi. Dengan temperatur sintering 400°C . Untuk pengambilan data yang kita gunakan dengan pengujian densitas, pengujian struktur micro, dan pengujian kekerasan. Dari hasil pengujian ini di dapatkan. nilai kekerasan terbesar ada pada tekanan 4000 Psi pada suhu sintering 400°C sebesar 64,83 HRB, dan nilai kekerasan terendah terdapat pda tekanan 6000 Psi pada suhu sintering 400°C sebesar 23 HRB. Hal ini menunjukkan bahwa tekanan dan suhu sintering sangat berpengaruh pada nilai densitas, struktur mikro dan kekerasan.

**Kata kunci: Paduan Al-Abu dasar batu bara, Metalurgi Serbuk, Tekanan, Sintering, Kekerasan.**



## KATA PENGANTAR

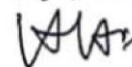
Alhamdulillah, atas hadirat Allah SWT telah menganugerahkan rahmat dan rahmatnya agar penulis dapat menyelesaikan Tugas akhir ini, sehingga dapat memenuhi persyaratan tertentu untuk dapat memperoleh gelar sarjana pada Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya.

Keberhasilan penulisan Tugas Akhir ini tidak terlepas dari bantuan, bimbingan, pendapat dan saran semua pihak, sehingga penulis dapat mengatasi kesulitan yang dihadapi. Untuk ini, penulis dengan tulus berterima kasih:

1. Prof. Dr. Mulyanto Nugroho, MM, CMA. CPA. selaku Rektor Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya..
2. Bapak Dr. Ir. Sajiyo, M.Kes selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya.
3. Bapak Edi Santoso, ST., MT. Ketua Program Studi Teknik Mesin Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya.
4. Bapak Mastuki, S.Si., M.Si, Selaku Dosen Pembimbing yang telah memberikan bimbingan, petunjuk, pengarah, motivasi dan semangat.
5. Bapak dan Ibu Dosen Program Studi Teknik Mesin Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya yang telah memberikan ilmu pengetahuan kepada kita.
6. Staf Perpustakaan Pusat Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya. dan Fakultas Teknik atas pelayanannya dalam menyediakan berbagai macam buku referensi yang diperlukan dalam menyusun Tugas akhir ini.
7. Orang tua yang tak henti untuk mendoakan dan memberikan support.
8. Sahabat saya Tita Maulana dan Eka Marfika yang membantu memberikan refrensi dan turut membantu dalam pengerjaan tugas akhir.
9. Teman seperjuangan mahasiswa teknik mesin angkatan 2017. Terima kasih atas kebersamaan dan kebahagiaan yang sudah lama terjalin.
10. Semua pihak yang telah memberikan dorongan dan bantuan dalam bentuk apapun, semoga Allah Swt memberikan berkah dan karunia-Nya atas segala amal kebaikan dari semua pihak yang telah diberikan.

Tugas akhir ini tidak dapat dibedakan dari kekurangan dan kekurangannya, oleh karena itu penulis berharap agar pembaca dapat memberikan komentar, kritik dan saran. Penulis berharap artikel ini dapat membantu semua pihak yang berkepentingan.

Surabaya, Mei 2022



Penulis

## DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL .....	i
HALAMAN PENGESAHAN .....	ii
PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR .....	iii
LEMBAR PERSEMBAHAN AN DAN KATA MUTIARA .....	iv
ABSTRAK .....	v
KATA PENGANTAR .....	vi
DAFTAR ISI .....	vii
DAFTAR GAMBAR .....	ix
DAFTAR TABEL .....	xi
BAB I      PENDAHULUAN .....	1
1.1 Latar Belakang Masalah .....	1
1.2 Perumusan Masalah .....	3
1.3 Batasan Masalah .....	3
1.4 Tujuan Penelitian .....	3
1.5 Manfaat Penelitian .....	3
BAB II     TINJAUAN PUSTAKA .....	5
2.1 Dasar Teori Metalurgi Serbuk .....	5
2.2 Proses Metalurgi Serbuk .....	6
2.2.1 Produksi Serbuk .....	6
2.2.2 Sifat dan Karakteristik Serbuk .....	7
2.2.3 Proses Pencampuran Serbuk .....	9
2.2.4 Proses Penekanan ( <i>Compacting</i> ) .....	10
2.3 Aluminium .....	14
2.4 Abu Dasar Batubara .....	16
2.5 Pengujian Densitas .....	17
2.6 Kekerasan .....	18
2.7 Strukturmikro .....	21
BAB III    METODE PENELITIAN .....	25
3.1 Variabel Penelitian .....	28
3.2 Perencanaan Penelitian .....	29
3.2.1 Bahan dan Peralatan .....	29



3.2.2	Persiapan Alat dan Bahan Proses Pembuatan Spesimen .	33
3.2.3	Persiapan Alat dan Bahan Proses Sintering Menggunakan Oven (Furnace) .....	34
3.2.4	Persiapan Alat dan Bahan Proses Pengujian Densitas ...	35
3.2.5	Persiapan Alat dan Bahan Pengujian Struktur Mikro ..	36
3.2.6	Persiapan Alat dan Proses Pengujian Kekerasan .....	36
3.3	Proses Pembuatan Spesimen .....	37
3.3.1	Penimbangan Bahan Paduan .....	37
3.3.2	Pencampuran (Mixing) .....	37
3.3.3	Kompaksi .....	38
3.3.4	Variabel Suhu dan Waktu Tahan Sintering .....	39
3.3.5	Pengujian Densitas .....	39
3.3.6	Pengujian Struktur Mikro .....	40
3.3.7	Pengujian Kekerasan .....	41
3.3.8	Pengumpulan Data .....	42
3.3.9	Analisa Data .....	42
3.3.10	Kesimpulan .....	42
BAB IV	DATA DAN ANALISA .....	44
4.1	Data Hasil Pengujian .....	47
4.1.1	Data Hasil Uji Densitas .....	47
4.1.2	Data Hasil Pengujian Nilai Kekerasan (HRB) .....	48
4.1.3	Data Hasil Pengujian Struktur Mikro (Metalografi) .....	50
4.2	Perhitungan dan Grafik .....	52
4.2.1	Densitas .....	52
4.2.2	Kekerasan (HRB) .....	58
4.3	Pembahasan .....	65
4.3.1	Pengaruh Temperatur Sintering dan Waktu Tahan Sintering terhadap Densitas .....	65
4.3.2	Pengaruh Temperatur Sintering dan Waktu Tahan Sintering terhadap Struktur Mikro .....	65
4.3.3	Pengaruh Temperatur Sintering dan Waktu Tahan Sintering terhadap Kekerasan Rockwell B (HRB) .....	66
BAB V	KESIMPULAN .....	69
5.1	Kesimpulan .....	69
5.2	Saran .....	69
DAFTAR PUSTAKA	.....	7

#### DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Diagram partikel fase kedua dalam campuran bubuk .....	9
Gambar 2.2	Prinsip pengepresan dingin (kiri: aksial-resp. Pengepresan mati;	

	kanan: pengepresan isostatik) .....	Gambar 11
2.3	Hubungan kerapatan tekanan tipikal dalam pepadatan bubuk logam dan keramik (setelah Fischmeister) .....	12
Gambar 2.4	Mekanisme sintering yang mungkin terjadi di area leher (kecuali aliran plastik dan kental) .....	13 Gambar
2.5	Tiga tahap sintering 1. Tahap pertama 2. Tahap menengah 3. Tahap akhir .....	14
Gambar 2.6	Sifat Fisik Aluminium .....	16
Gambar 2.7	Teknik pengujian kekerasan .....	19
Gambar 2.8	Mesin uji Rockwell .....	20
Gambar 2.9	Mikroskop metalografi .....	22
Gambar 4.1	Grafik densitas Al-Abu Dasar Batu Bara 5% temperatur Sintering 400 °C Kompaksi 4000 psi .....	53
Gambar 4.2	Grafik densitas Al-Abu Dasar Batu Bara 5% temperatur Sintering 400 °C Kompaksi 5000 psi .....	54
Gambar 4.3	Grafik densitas Al-Abu Dasar Batu Bara 5% temperatur Sintering 400 °C Kompaksi 6000 psi .....	54
Gambar 4.4	Grafik densitas Al-Abu Dasar Batu Bara 10% temperatur Sintering 400 °C Kompaksi 4000 psi .....	55
Gambar 4.5	Grafik densitas Al-Abu Dasar Batu Bara 10% temperatur Sintering 400 °C Kompaksi 5000 psi .....	55
Gambar 4.6	Grafik densitas Al-Abu Dasar Batu Bara 10% temperatur Sintering 400 °C Kompaksi 6000 psi .....	56
Gambar 4.7	Grafik densitas Al-Abu Dasar Batu Bara 15% temperatur Sintering 400 °C Kompaksi 4000 psi .....	56
Gambar 4.8	Grafik densitas Al-Abu Dasar Batu Bara 15% temperatur Sintering 400 °C Kompaksi 5000 psi .....	57
Gambar 4.9	Grafik densitas Al-Abu Dasar Batu Bara 15% temperatur Sintering 400 °C Kompaksi 6000 psi .....	57
Gambar 4.10	Grafik densitas Al Murni temperatur Sintering 400 °C Kompaksi 4000,5000,6000 psi .....	58
Gambar 4.11	Grafik Kekerasan Al-Abu Dasar Batu Bara 5% temperatur Sintering 400 °C Kompaksi 4000 psi .....	60
Gambar 4.12	Grafik Kekerasan Al-Abu Dasar Batu Bara 5% temperatur Sintering 400 °C Kompaksi 5000 psi .....	60
Gambar 4.13	Grafik Kekerasan Al-Abu Dasar Batu Bara 5% temperatur Sintering 400 °C Kompaksi 6000 psi .....	61
Gambar 4.14	Grafik Kekerasan Al-Abu Dasar Batu Bara 10% temperatur Sintering 400 °C Kompaksi 4000 psi .....	61
Gambar 4.15	Grafik Kekerasan Al-Abu Dasar Batu Bara 10% temperatur Sintering 400 °C Kompaksi 5000 psi .....	62
Gambar 4.16	Grafik Kekerasan Al-Abu Dasar Batu Bara 10% temperatur	

	Sintering 400 °C Kompaksi 6000 psi .....	62
Gambar 4.17	Grafik Kekerasan Al-Abu Dasar Batu Bara 15% temperatur	
	Sintering 400 °C Kompaksi 4000 psi .....	63
Gambar 4.18	Grafik Kekerasan Al-Abu Dasar Batu Bara 15% temperatur	
	Sintering 400 °C Kompaksi 5000 psi .....	63
Gambar 4.19	Grafik Kekerasan Al-Abu Dasar Batu Bara 15% temperatur	
	Sintering 400 °C Kompaksi 6000 psi .....	64
Gambar 4.20	Grafik Kekerasan Al Murni temperatur Sintering 400 °C	
	Kompaksi 4000,5000,6000 psi .....	64

### DAFTAR TABEL

Tabel 2.1	Analisa Kimia Abu Dasar Batubara .....	17
Tabel 2.2	Skala kekerasan rockwell .....	21
Tabel 2.4	Faktor pengali Jefferies' .....	23
Tabel 2.5	Pengukuran ukuran butir ASTM E-112 .....	23
Tabel 3.1	Alat Pengujian .....	29
Tabel 3.2	Bahan Pengujian .....	32
Tabel 3.3	Alat yang digunakan dalam proses pembuatan Al-Mg dan Al murni ..	33
Tabel 3.4	Bahan yang digunakan dalam proses pembuatan Al-Mg dan Al murni	34
Tabel 3.5	Alat yang digunakan dalam proses sintering .....	34
Tabel 3.6	Bahan yang digunakan dalam proses sintering .....	35
Tabel 3.7	Alat yang digunakan dalam pengujian densitas .....	35
Tabel 3.8	Bahan yang digunakan dalam pengujian densitas .....	36
Tabel 3.9	Alat yang digunakan dalam pengujian struktur mikro .....	36
Tabel 3.10	Bahan yang digunakan dalam pengujian struktur mikro .....	36
Tabel 3.11	Alat yang digunakan dalam proses pengujian kekerasan .....	36
Tabel 4.1	Kodevikasi Spesimen .....	44
Tabel 4.2	Data Hasil Pengujian Nilai Densitas (gr/cm <sup>3</sup> ) .....	47
Tabel 4.3	Data Hasil Pengujian Nilai Kekerasan (HRB) .....	49
Tabel 4.4	Data hasil uji struktur mikro (metalografi) dengan kompaksi 4000Psi, 5000Psi, 6000Psi aktu tahan kompaksi 5 menit .....	50
Tabel 4.5	Data Hasil Pengujian Nilai Densitas (gr/cm <sup>3</sup> ) .....	52
Tabel 4.6	Data Pengujian Nilai Kekerasan (HRB) .....	58